

■ 朱华平 著

繁荣的逻辑

——凝聚矿业发展的力量

The Logic of Prosperity

The power of integration mining development

西北大学出版社

742
148

The Logic of Prosperity

The power of integration mining development

繁荣的逻辑

凝聚矿业发展的力量

■ 朱华平 著

图书在版编目(CIP)数据

繁荣的逻辑:凝聚矿业发展的力量 / 朱华平著. —西安:
西北大学出版社, 2015. 12

ISBN 978 - 7 - 5604 - 3770 - 5

I. ①繁… II. ①朱… III. ①矿业经济—经济发展—
研究—中国 IV. ①F426. 1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 300651 号

繁荣的逻辑——凝聚矿业发展的力量

作 者: 朱华平

出版发行: 西北大学出版社

地 址: 西安市太白北路 229 号

邮 编: 710069

电 话: 029 - 88302825

经 销: 全国新华书店

印 装: 西安华新彩印有限责任公司

开 本: 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张: 16.5

字 数: 300 千

版 次: 2015 年 12 月第 1 版 2015 年 12 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978 - 7 - 5604 - 3770 - 5

定 价: 40.00 元

◎ 自 序

人类的历史从一定意义上可以说是一部矿物资源的利用史,也是一部不断认识矿物资源的历史。从古代的陶器、瓷器、青铜器、铁器,到近现代的汽车、飞机、轮船等,无一例外。那么,什么是矿物资源呢?教科书上没有给出定义。

这里先来回顾一下矿物的概念。

矿物是由地质作用所形成的且内部质点(原子、离子)排列有序的均匀固体,其化学成分可用化学式来表达。矿物是组成岩石的基础。

地质博物馆中对矿物有明确的概念界定,即矿物必须是均匀的固体,必须是由地质作用所形成的,而不是人工合成的。矿物必须具有特定的化学成分,矿物必须具有特定的结晶构造,矿物必须是无机物。

资源又指的是什么呢?笔者在这里所指的资源限定为矿产资源,也就是指在当前技术经济条件下有用和可用的天然矿物及岩石资源,包括金属矿产资源、非金属矿产资源和岩石资源。

人们总是把从中能提取金属元素的矿物岩石称为金属矿物或金属矿,把从中能提取非金属元素或直接利用的矿物岩石称为非金属矿物或非金属矿。但是,从实际情况来看,能提取金属元素的矿产资源并不一定是金属矿,可提取非金属元素的矿产资源也并不一定是非金属矿。举一些例子来说就清楚了。比如,天青石矿物是非金属矿物,但它是提取金属锶的主要来源;还有非金属矿物菱镁矿是提取金属镁的主要矿物。霞石、正长石是陶瓷、玻璃以及耐火材料的原料,同时它又是提取金属钾和铝的来源。

还有一个疑惑就是岩石。岩石实际上又是矿物的集合体,可以分解成若干种矿物,包括金属矿物和非金属矿物。所以,岩石资源其实也是矿物资源。

自然界天然产出的矿产资源绝大部分都是由众多元素和矿物所组成的,包括金属元素、非金属元素及矿物。

最新发现的能源矿产“可燃冰”,在固体状态下有一定的晶体结构和固定的组分,它是否是矿物呢?根据以上矿物的结构特点可判断,“可燃冰”似乎是矿物。但从其成分来看又是甲烷,而不是无机物,据此判断它不是矿物。

煤其实是岩石,它是由一系列黏土矿物所组成的,是矿物的一种集合体。

所以,随着科学技术的进步和人类认识水平的提高,传统的矿产资源观念越来越不适应于现代矿产资源的现状了。矿与非矿,金属矿与非金属矿,能源矿与金属、非金属矿等概念之间的界线越来越模糊。

为了简单,便于人们理解起见,笔者把所有能提取金属和非金属元素以及可以直接利用的天然矿物和岩石统统都称为矿物资源。

矿物资源对人类的贡献极大,为我们提供了众多的生活和生产资料。

在不同的科学技术经济条件下,对矿物资源的认识和利用是不一样的,有时是可以部分替代的。能源结构框架是矿物资源利用广度与深度的标尺。工业革命前,人类处于柴薪时代,能源绝大部分来自于木头和柴火,建筑也是以木质结构为主,人类的很多生活用品均来自于森林中的木材。交通、建筑和其他生活都以此为依据。此时,人类完全处于农耕社会,农具和生活用具大多都因地制宜而采用坚硬的石头、陶瓷器、青铜器和铁器,这些对应的时期分别被称为石器时代、陶器时代、青铜器时代和铁器时代。

工业革命和电气革命使人类进入了机器时代,人们的生活发生了翻天覆地的变化。大部分人脱离农村而进入城市,世界成为了以城市为主的都市社会,此时已完全不同于农耕社会。地球不再大,世界不再远。天上有飞机,海上有巨轮,地上有飞驰的火车和汽车,甚至还会有航天飞机可以去太空遨游。在这个阶段人类经历的能源结构先是以煤炭为主的煤铁阶段(主宰了火车和轮船的交通运输体系),而后就是现在所处的石油、天然气阶段(可以主宰所有的交通工具),将来可以遨游太空时一定就是太阳能的时代了。

快速的城市化过程伴随着矿物资源利用的大爆发,矿业达到了前所未有的大繁荣。由钢筋和水泥浇灌的城市犹如森林般遍布地球,城市面积由数十平方千米发展到上千平方千米,环城路一环套一环。与城市化过程有关的水泥(石灰岩

矿)、钢铁(铁矿石)、铝(铝土矿)、镍、锰、铜、铅、锌等大宗矿物资源在最近 100 多年的时间里其作用被发挥得淋漓尽致。矿物资源需求的爆发式增长带动了能源需求的爆发式增长,煤炭、石油、天然气以及一些清洁能源一直均处于增长中。技术创新才是过去 100 多年矿业世纪大繁荣的主要原因。

进入 21 世纪后,随着中国城市化进程的加快,全球城市化很快得以实现。2011 年,全球城市化率已超过 50%,人类着实已进入了城市化社会,笔者把它称之为地球都市社会。

进入 21 世纪后,人类已经走进了地球都市中,我们的社会结构发生了翻天覆地的变化,城市成为了地球的主宰,绝大多数人都住在了城市里。网络成为了我们日常生活的一部分,网上上班、网上购物、网上娱乐、网上交流信息……太阳能和风能等发电形式使得分布式发电成为了现实,家家可以自足发电甚至可以把多余的电力出售给电网公司,住宅小区还可以建设直流微电网,让所有的电器设备和用具减负……

我们真正步入了一个新天地,地球都市和网络时代的合流,造就了新世纪崭新的经济形式,这种新经济应该就是地球都市经济吧!那么,在地球都市经济中,哪些矿物资源是这个时代的主要消耗品呢?我们如何来满足新经济形式下矿物资源的供应呢?我们又该如何来进行这方面的投资呢?我们的国家需要制定一些什么样的战略来保证不会发生这些矿物资源危机呢?

在和一些朋友讨论笔者的这本书时,他们似乎感觉本书像是一部矿业技术史。笔者当然希望能写一部矿业技术史或世界矿业史。但是,由于知识水平和时间所限,本书只是截取了世界矿业技术中一些璀璨的花朵,把它们串联起来,希望能成为美丽的花树。相对于矿业技术史类的专业书还相差甚远,究其原因笔者尽量想用通俗易懂的语言向大众介绍矿业领域的一些知识,希望对读者及一些投资者有所益处。

笔者曾出版了一部名为《繁荣背后——资源危机的另类解读》的专著,一些读者读完后曾给出一些建议,其中重要的一条就是可否写一本有关 21 世纪矿业投资方面的书。经过思考,笔者认为这是很有意思的建议,一则是因为其职业的需要

要；二则是因为笔者较喜欢把矿业的问题放在经济学中去思考和研究，找到矿业繁荣的主因，更重要的是找到何时何地、哪些矿物资源会出现繁荣。

基于这些因素，笔者试图用通俗的语言把深奥的问题和专业技术解释清楚，并力求使大众都能理解，而不是只供那些有专业背景的人士阅读。写完这本书的初稿已是寒冬，站在窗前，窗外飘着雪花，鳞次栉比的楼宇犹如森林，在雪花飘舞的冬天显得那么的萧条。地球都市中的人们都在这些水泥森林中工作，整个地球的矿物资源、水、粮食和能源则源源不断地供应着这些“森林”使其正常工作。

仰望星空，回眸历史，更在想象未来，地球都市能否安然？

朱华平 博士

2015年12月10日于西安

◎目 录

第 1 章 仰望星空：矿物资源利用的历史回眸 / 001

- 陶器,开启矿物利用的纪元 / 003
- 青铜器,人类利用金属矿物的辉煌开端 / 005
- 中国古代钢铁的困惑 / 008
- 古代“炼丹”术:是矿物学、冶金学还是化学 / 012
- 钱币的变迁,资源危机还是金融危机 / 015
- 盐、铁专营,中国古代专制统治下的资源战略 / 020
- 美洲大银矿的发现,迎来 16 世纪的白银时代 / 023
- 19 世纪淘金热,铸造黄金新世纪 / 027
- 交通运输革命带来城市化与煤铁时代 / 030
- 中国近代矿业的悲歌 / 032

第 2 章 工业带来矿业世纪大繁荣,技术进步让资源更有价值 / 039

- 工业与城市化,带来矿业世纪大繁荣 / 041
- 20 世纪:辉煌的石油时代 / 045
- 地质矿产勘查世纪大发现 / 049
- 矿业公司群雄逐鹿,矿业巨头得以形成 / 054
- 成功勘查的秘诀,是经验还是科学 / 065
- 技术进步让资源更有价值 / 069
- 矿物浮选——掀起 20 世纪矿冶革命 / 073
- 低品位金属矿物利用的突破 / 079
- 引领世界金属硫化物矿物冶炼新趋势 / 081

- 生物冶金,选矿和冶金的完美结合 / 085
- 钢铁机械巨兽,助推采矿与选矿大突破 / 089

第 3 章 21 世纪新经济、新技术与资源利用新构想 / 095

- 21 世纪新经济与新兴产业 / 097
- 建立能源新坐标 / 100
- 新能源汽车离我们有多远 / 104
- 光纤光缆构造 21 世纪信息技术的神经网络 / 109
- 硅与太阳能,上帝送给人类的礼物 / 112
- “山寨”时代的来临:有感于三维激光扫描和 3D 打印技术 / 116
- 发光二极管(LED)是否成为引领具有划时代意义的照明革命 / 121
- 发现矿物的新用途 / 124
- 粉体技术与矿物新资源 / 131
- “上天入海”,钛金属的新角色 / 135
- 稀土,是制造工业的“主菜”“配料”还是“味精” / 138
- 节能减排——有色金属的新使命 / 146
- 吃干榨净,将循环经济进行到底 / 148
- 寻找开发海底矿物资源的新钥匙 / 152

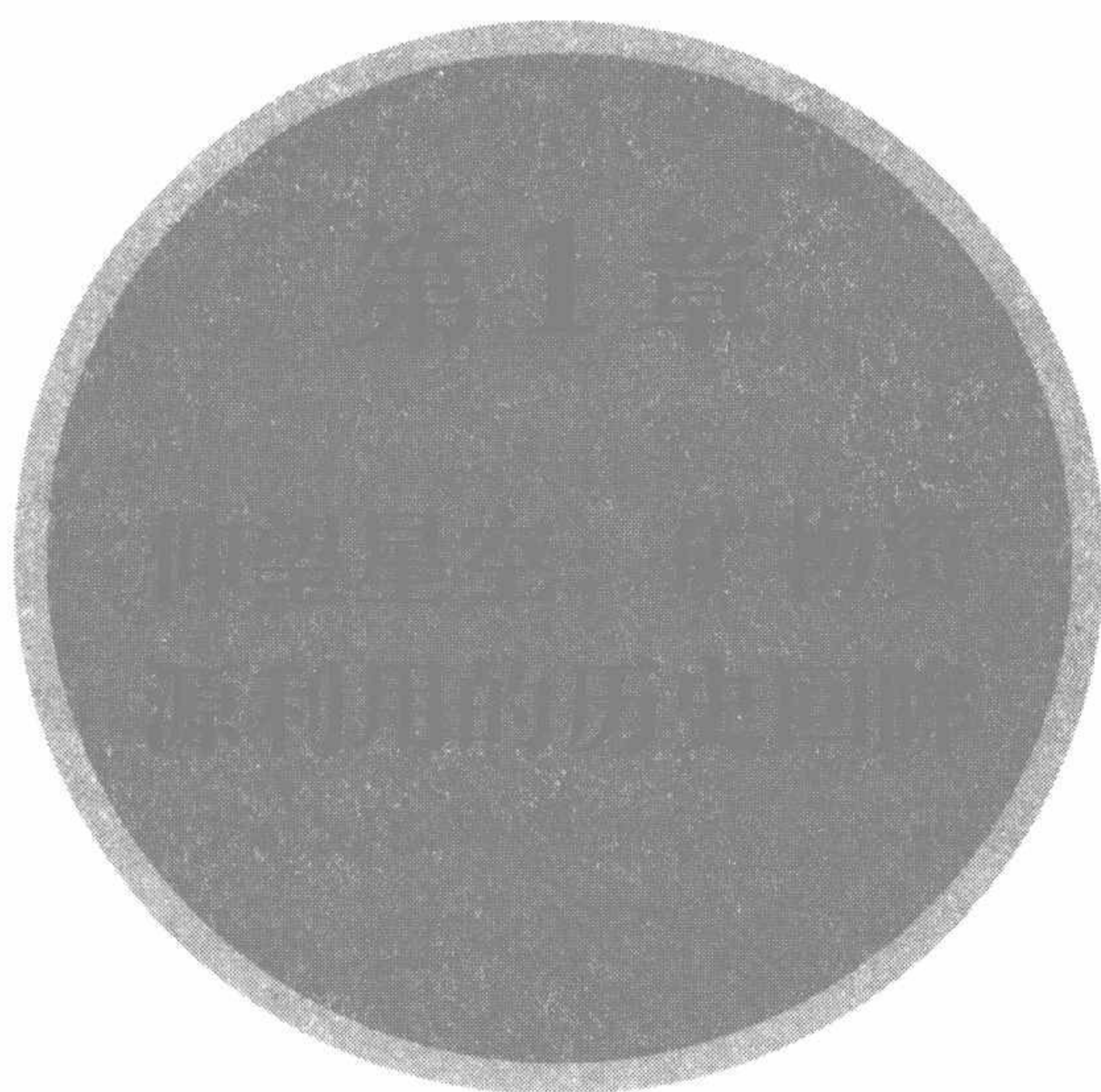
第 4 章 资源新战略与投资新逻辑 / 159

- 中国制造,全球离不开的产品标签 / 161
- 社会发展的资源约束 / 163
- 解决工业“缺粮”问题 / 168
- 调整能源结构,适应经济社会发展 / 172
- 大宗矿产资源:我们浪费不起 / 179
- 碳排放:我们不能输在起跑线上 / 189
- 全球配置资源:破解矿产危机之匙 / 192
- 我国稀土资源还可以担当起新兴产业的重任吗 / 197

- 世界不平坦,矿物资源垄断会加剧 / 199
- 大宗矿产还有投资价值吗 / 202
- 新技术矿产是否可以作为期货交易品种 / 208
- 新技术矿产的投资逻辑 / 219
- 海洋矿物资源勘探、开发的投资逻辑 / 237

参考文献 / 249

后 记 / 251



**Looking at the Sky and
Stars: Historical Reviews
on Mineral Resources
Utilization**

人类的历史也是一部矿物资源的利用史。——作者

➤ 陶器,开启矿物资源利用的纪元

人类对矿物资源的利用从何时而起?

历史教科书给我们的答案是石器时代。石器时代包括旧石器时代和新石器时代。旧石器时代利用的是岩石,并不是矿物。旧石器时代利用岩石(石头)打制各种工具和装饰物,实际上是一种冷加工技术,是真正的石器时代。

而新石器时代的典型事件是陶器的烧制和使用,是对黏土矿物的利用。与玉器的冷加工不同,陶器具有热加工性质,作为陶器原料的黏土矿物发生了物相的变化。所以,有专家提出应在石器时代后划分出一个陶器时代,笔者认为这是有道理的。人类对矿物资源的利用就此开始了。

陶器时代确实存在,并且影响深远。

我们人类的祖先利用黏土烧制陶器可以追溯到距今1万年前后,有考古发现为证:河北徐水县南庄头遗址发现的陶器碎片经鉴定距今10 800~9 700年,江西万年县、广西桂林甑皮岩、广东英德县青塘等地也发现了距今10 000~7 000年的陶器碎片。此时期所烧制的陶器由于陶坯与大量空气接触而呈红色,成为红陶。把陶器的颜色、形状烧制得好看一点、丰富一点,这个现代人看来很简单的事情在那个蛮荒的年代却经历了上千年。彩陶的出现已经到了距今7 000年前后,也就是公元前5000年前后。

从已经发现的陶器出土地点可以看出,人类大多数地区已经出现了陶器制造的相对繁荣。从黄河流域的河南、山西、陕西等地的仰韶文化,到北方的红山文

化,再到西北河湟地区的柳湾遗址,无不体现了当时“陶时代”的繁荣与普及。

彩陶都是以黄河中上游为中心,向四周辐射的。而在长江流域和山东境内,彩陶出土都很少,正如豪华都市的霓虹灯相对于偏远山村的灯火。解释起来其实很简单,资源分布的不均匀性决定了这种差异。用于彩绘的颜料之红色为氧化铁、黑色为氧化锰,均属于无机质矿产。这类矿产,经过风化、淋滤,才易于被研磨成颜料。而符合条件的矿产,根据古代文献《山海经》和现代探矿资料,正是北多南少。原始人严重依赖自然环境,可供开发的自然资源决定着他们的生活方式;不可能想象本来流通就不发达的时代,他们会为了艺术所需的原材料专门发展起贸易来。

陶器作为一种器具首先被用于生活之中,所以一开始陶器多制成罐、碗、盆、钵等,作为烧煮、储藏方面的用具。在许多文化遗址中发现了各类炊煮器、食用器、盛贮器,这些都是满足先民们生活需要的用品。

这一用途一直保留至今。我们湖南常德地区一带喜欢吃干锅菜,干锅是一种红色的陶钵,炉子也是红色的陶制品。笔者记得是小孩子时家里用的全是这些,因为那时买不起铁炉子。城里养花的人都知道最便宜的花盆也是陶的。看来这种陶器历经万年还在为人类服务。

此外,许多文化遗址还发现了陶网坠、陶纺轮、陶子弹等生产工具,陶网坠用于捕捞,陶纺轮用于纺织,陶子弹用于打猎。这些均已表明陶制品已从生活领域跨入到了生产领域。

20 世纪 70 年代,青海一个叫柳湾的地方出土的彩陶震惊了世界,这不是因为发现的品种,而是因为出土彩陶的数量。

青海乐都县柳湾村的彩陶遗址,出土了数万件彩陶(图 1-1),如今这些宝贝被收藏在柳湾博物馆中。该博物馆一共存放了 37 925 件陶器,堪称彩陶的海洋。如此多的数量引起了人们的种种猜测,此时的人类是不是已经有了交易活动?

“陶器时代”的意义不仅仅是发明了一个能装东西的器物,而重要的则是由此所演化出来的古文明。中国古代几千年的文明和富有无不与此有关。从制陶开始到发明瓷,不断演进,一直到今。举世闻名的秦砖汉瓦、秦兵马俑、唐三彩、青花

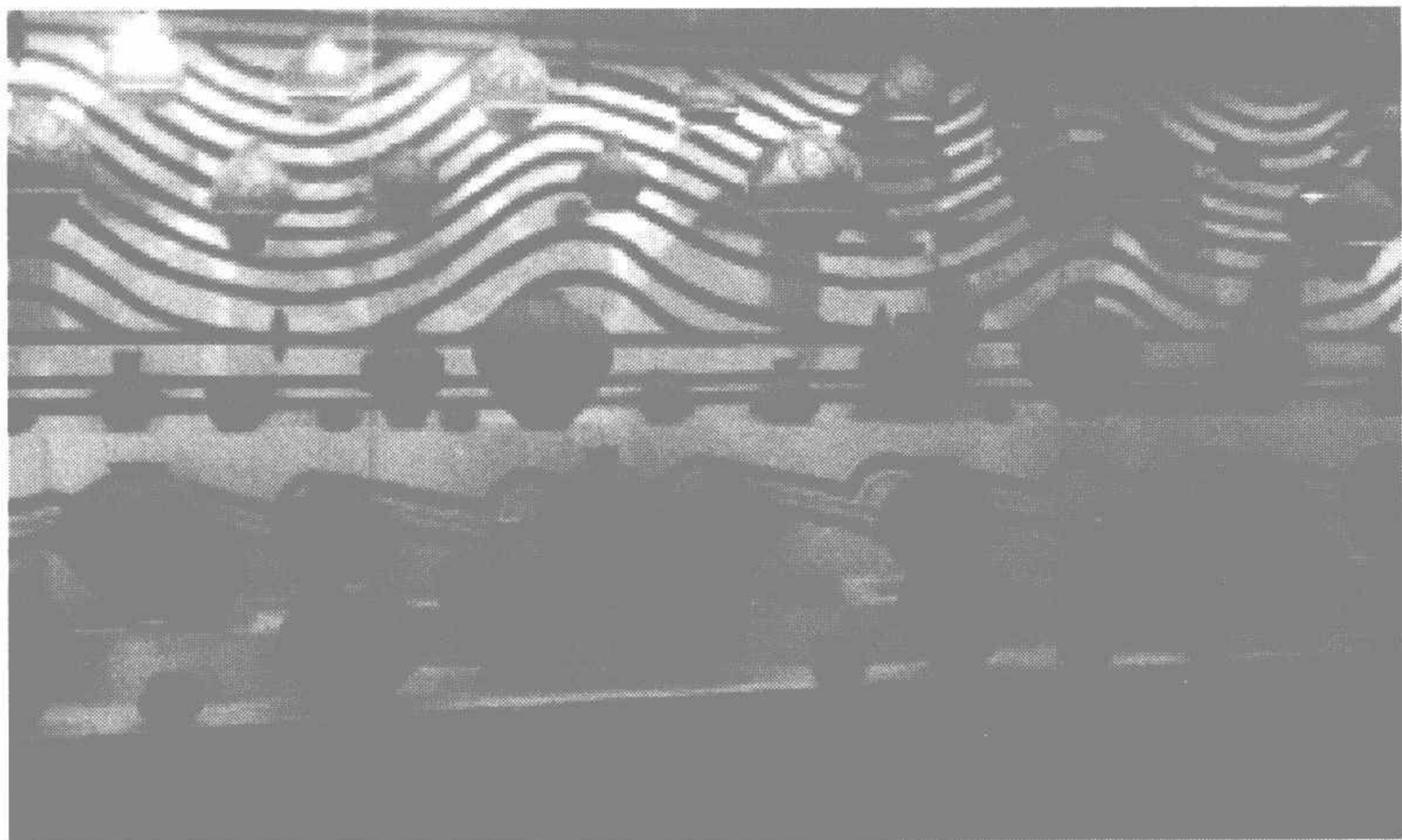


图 1-1 出土于青海柳湾墓葬中的陶器(摄于柳湾博物馆,2011 年)

瓷,无不闪耀着人类智慧的光芒。

由此可见,彩陶真正开启了人类对矿物资源利用的纪元。

➤ **青铜器,人类利用金属矿物的辉煌开端**

由于地利,笔者常把陕西省历史博物馆当商场来逛。在笔者看来,该馆所藏精品中以青铜器为盛。

历史学告诉我们,在石器时代过后,人类创造了辉煌的青铜器文明。

青铜器文明大致从4 700 年前开始出现,到2 000 多年前逐渐被铁器文明所取代,跨越了约3 000 年的历史长河。夏、商、周是青铜器文化的顶峰时期,至此可以推断,青铜器繁荣维系了至少1 600 余年。

青铜器覆盖人们生活的各个方面,大到“铜车马”和祭祀用的“鼎”,小到各种各样的装饰品。青铜器不但数量多,而且造型丰富、品种繁多,有酒器、食器、水器、乐器、兵器、农具与工具、车马器、生活用具、货币、玺印等。单在酒器类中又有爵、角、觶(读 zhì 志)、斚(读 jiǎ 假)、尊、壶、卣(读 yǒu 酉)、方彝、觥(读 gōng 工)、鬯(读 lái 雷)、盃(读 hé 禾)、勺、禁等20 多个器种。每一器种在每个时代都呈现出不同的风采,同一时代的同一器种的式样也多姿多彩,犹如百花齐放,五彩缤纷。

宝鸡市青铜器博物馆收藏的“何尊”(图1-2),1963年于陕西省宝鸡市陈仓区贾村镇出土,是一个祭器。由于该器皿是一位姓何的贵族所作,故称“何尊”。高39厘米、口径28.6厘米、重14.6千克。整个尊体以雷纹为底,高浮雕处则为卷角饕餮纹,圈足处也饰有饕餮纹,工艺精美,造型雄奇。

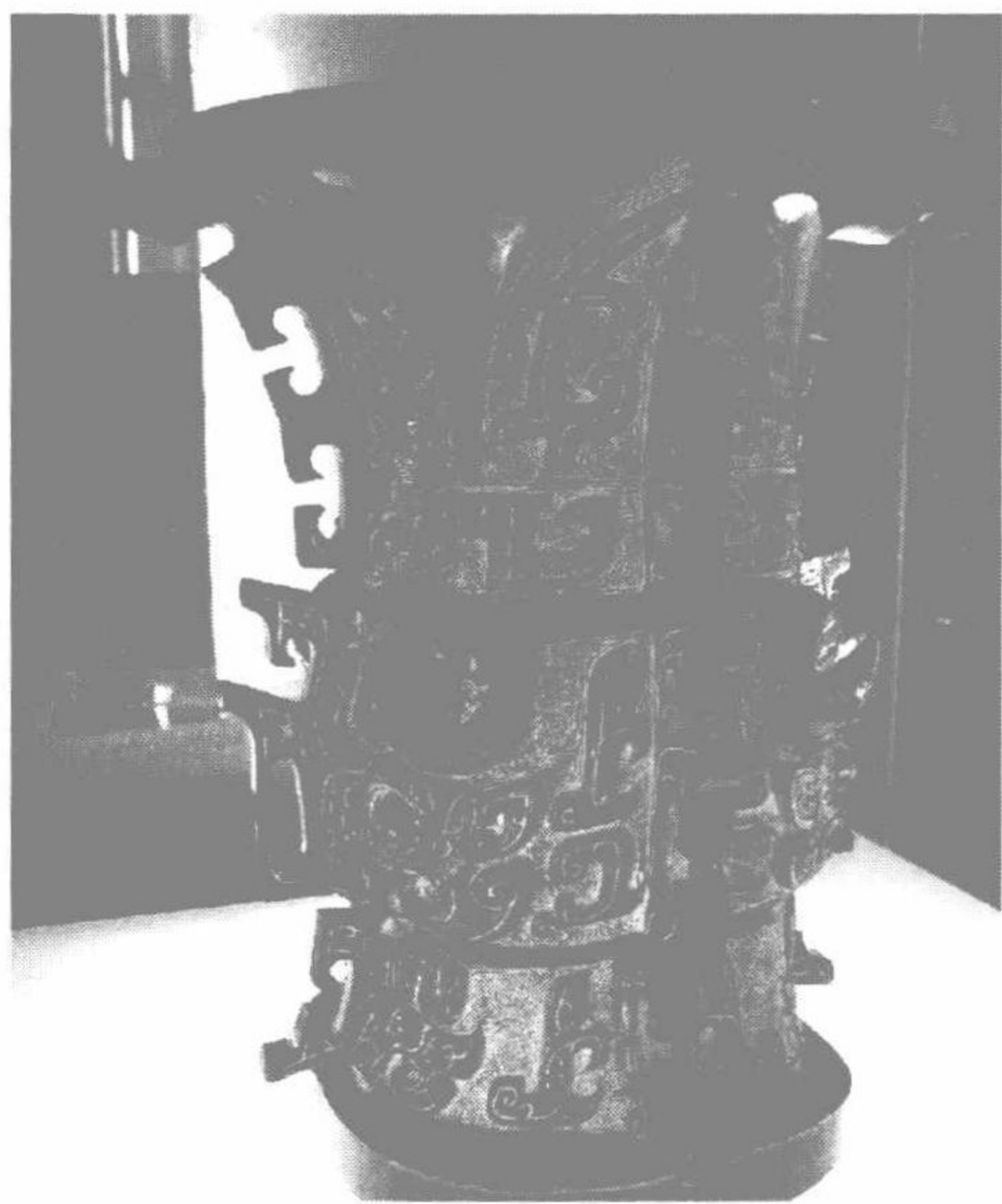


图1-2 出土于陕西宝鸡的“何尊”

有两个青铜器具甚是令人震撼,一个是“傻大个”司母戊方鼎,另一个是精美绝伦的秦始皇陵铜车马。

(摄于宝鸡市青铜器博物馆,2012年9月18日)

“傻大个”司母戊方鼎于1939年出土于河南安阳武宫山,距今已经有3000多年的历史,那时是商朝。这个庞然大物重达833千克,高1.33米,长1.1米,宽0.79米,即使是在今日,也算是一个巨型容器。在一个没有焊接工艺的年代里,一次浇铸成型如此巨大的器物是多么复杂而了不起的工艺呀!

秦始皇陵铜车马主体为青铜所铸,一些零部件为金银饰品。秦始皇陵铜车马共有3000多个零件,秦代工匠巧妙地运用了铸造、焊接、镶嵌、销接、活铰连接、子母扣连接、转轴连接等各种工艺技术,结合为一个整体,达到了非常高的水平。特别是1、2号车的伞盖,其厚度仅为0.1~0.4厘米,而面积分别为1.12和2.3平方米,整体用浑铸法一次铸成,即使在今天,要铸成这么大而薄、均匀呈穹隆形的铜件也非易事。至今,铜车马上的各种链条仍能转动灵活,门、窗开闭自如,牵动辕衡,仍能载舆行使。秦始皇陵铜车马被誉为中国古代的“青铜之冠”。

出土于西安临潼的秦始皇陵铜车马一共有两辆,一为立车,二为安车。图1-3中的铜车马为安车,车通长3.17米,高1.06米,相当于真车马的一半。总重量为1241千克,由大小3462个零部件组装而成。其中青铜制件1742个,黄金制件737个,白银制件983个。



图 1-3 出土于西安临潼的秦始皇陵铜车马

(摄于秦始皇兵马俑博物馆,2009 年 6 月 14 日)

没有人不惊叹于远古时期人类创造的如此辉煌的科学技术成就,同时也对那时先人的生活充满遐想。远古的人们住在用木头搭建的房子里,使用着各种精美的青铜器生活用品和陶器,过着自给自足的农耕生活,甚是惬意。

笔者不仅惊叹于如此精美的工艺,更让笔者困惑的是古人是如何发现制造青铜器的铜矿石、锡矿石和铅矿石的矿物原料的?在持续 1 600 余年的辉煌金属冶炼过程中所依赖的金属矿物找矿和采矿又是如何满足其需求的?没有文字记录,只能靠猜想。

青铜器时代,先人们已经对制陶工艺极其精熟。受此启发,运用黏土矿物做成模具进行金属冶炼也就顺理成章了。可以想象有一种叫孔雀石的铜矿石,颜色碧绿,其断面的纹理与孔雀的羽毛相似,很是艳丽,在岩石堆中极易被人发现。这种孔雀石含铜量高,含铜品位大多超过 20%,它的分子式是 $\text{Cu}_2[\text{CO}_3](\text{HO})_2$ 。可见这种矿物在烧的过程中很容易分解成 Cu_2O (学名叫赤铜),于是,漂亮的绿色就变成了红色或黑色。赤铜和木炭在一起,只要燃烧温度达到 $1\,000^\circ\text{C}$,就可以炼出紫红色的铜来。

先人发现方铅矿和锡石是一件很了不起的事情,因为这两种颜色为灰色的矿物显然没有绿色的孔雀石那么好辨认,是什么偶然性让他们发现了这些矿物,我们还不得而知。